

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DEBIT SUNGAI MAMASA

Abdul Wahid *

Abstract

This research aim to analyse how big topography factor, land ground, forest closing, non forest closing, and rainfall influence to discharge of Mamasa River, and formulating link model.

This research was executed in DAS Mamasa, taking place during 12 months, December 2006 up to December 2007.

Method used in research is survey method that is measurement river discharge at 12 river branch as sample and analysing the Rupa Bumi Indonesia Mapping to know the topography (wide per slope level), land ground (wide per land ground type), wide of forest and non forest closing.

Result of research indicate that the topography factor (wide per slope level), wide per land ground type, wide of forest closing, wide of non forest closing and rainfall have an effect on very significant to river discharge. Has model the $Q=f(TP, TH, HT, NH, CH)$, each with the value $R^2 = 0,7041$, $R^2 = 0,5713$, $R^2 = 0,7395$, $R^2 = 0,7363$, and $R^2 = 0,8031$.

Key words : River Discharge and Watershed Mamasa

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar faktor topografi, tanah, penutupan hutan, penutupan non hutan, dan curah hujan mempengaruhi debit Sungai Mamasa, dan merumuskan modelnya.

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Mamasa, berlangsung selama 12 bulan, Desember 2006 sampai dengan Desember 2007.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survey yaitu pengukuran debit sungai pada 12 cabang sungai sebagai sampel pengamatan dan analisis Peta Rupa Bumi Indonesia untuk mengetahui luas topografi (luas per tingkat lereng), luas tanah (luas per jenis tanah), luas hutan dan non hutan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor topografi (luas per tingkat keterenggan), luas per jenis tanah, luas penutupan hutan, luas penutupan non hutan dan curah hujan berpengaruh sangat signifikan terhadap debit sungai. Memiliki model $Q=f(TP, TH, HT, NH, CH)$ masing-masing dengan nilai $R^2 = 0,7041$, $R^2 = 0,5713$, $R^2 = 0,7395$, $R^2 = 0,7363$, dan $R^2 = 0,8031$.

Kata Kunci : Debit Sungai dan DAS Mamasa

1. Pendahuluan

Salah satu fungsi utama dari Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah sebagai pemasok air dengan kuantitas dan kualitas yang baik. Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas tata air pada DAS yang akan dirasakan

oleh masyarakat di bagian hilir. Persepsi umum yang berkembang pada saat ini adalah konversi hutan menjadi lahan pertanian mengakibatkan penurunan fungsi hutan dalam mengatur tata air, mencegah banjir, longsor, dan erosi pada DAS tersebut.

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

Hutan selalu dikaitkan dengan fungsi positif terhadap tata air dalam ekosistem DAS. Fungsi hutan dalam ekosistem dipandang dari tiga aspek yaitu pohon, tanah, dan topografi. Vegetasi hutan berfungsi mengintersepsi air hujan, namun laju transpirasi yang tinggi mengakibatkan penggunaan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis vegetasi lainnya.

Dalam beberapa tahun terakhir ini di DAS Mamasa banyak terjadi konversi hutan menjadi perkebunan kopi dan lahan pertanian lainnya. Pada kurun waktu tersebut terjadi penurunan luasan tutupan hutan dari 56,50 % (Tahun 1996) menjadi 37,94% tahun 2006 (Analisis peta RBI, 2007). Alih fungsi lahan ini mempengaruhi fungsi hidrologi DAS terutama fungsi tata air dalam ekosistem DAS.

Fluktuasi debit aliran Sungai Mamasa yang tidak teratur dapat dilihat pada tahun 1979 yaitu 26,23 m³/detik dengan curah hujan 92,82 mm, kemudian pada tahun 1990, debit aliran sungai meningkat 112 m³/detik dengan curah hujan 258,75 mm. Tahun 1993 debit sungai maksimum 297,69 m³/dtk dan debit sungai minimum 10 m³/dtk. Nisbah debit maksimum dan debit minimum adalah 29,7 serta pada tahun 2005, debit aliran sungai menurun 22,47 m³/detik dengan curah hujan 179,88 mm (Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sulawesi Selatan, 2006).

Akibat yang ditimbulkan dari fenomena fluktuasi debit tersebut yaitu pada tahun 1998 terjadi peluapan Sungai Salumada dan Sungai Silei di dusun Bone. Peluapan sungai ini menimbulkan kerugian ekonomi masyarakat yang bermukim di sekitar daerah tersebut karena terendam banjir. Fluktuasi debit sungai Mamasa yang tidak teratur dan bahkan semakin menurun menyebabkan pula terganggunya produksi energi listrik PLTA Bakarua yang memanfaatkan debit aliran sungai di bagian hilir yaitu Waduk Bakarua. Kondisi normal debit aliran sungai Mamasa untuk dapat memproduksi energi listrik harus 45

m³/detik/unit turbin pembangkit, namun debit inflow yang masuk sekitar 10-35 m³/detik (PLTA Bakarua, 2007).

Fluktuasi debit aliran sungai pada musim hujan dan musim kemarau dari tahun ke tahun semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi hidrologi DAS Mamasa sudah terganggu disebabkan adanya perubahan pada penutupan hutan. Kondisi-kondisi tersebut di atas terjadi akibat semakin rusaknya hutan khususnya di bagian hulu. Kondisi tersebut disebabkan oleh penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya dan pembangunan yang tidak mendukung upaya-upaya pelestarian alam.

Fenomena tersebut diatas telah mendorong pemerintah untuk segera berupaya melakukan usaha-usaha penanggulangannya. Upaya-upaya tersebut bertujuan untuk mengembalikan fungsi hutan yang telah terdegradasi yang baru dimulai pada tahun 2003 dengan Program Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) di seluruh Indonesia termasuk DAS Mamasa. Dalam upaya tersebut telah ditargetkan penanaman pohon seluas 3 juta ha selama 5 tahun (Departemen Kehutanan, 2006).

Namun hasil upaya yang telah dilakukan pemerintah sejak tahun 2003 hingga tahun 2007 pada Program Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan, dimana banjir, longsor, erosi, dan limpasan permukaan yang cenderung meningkat masih saja belum terkendalikan sebagaimana yang diharapkan.

Bertitik tolak dari dasar pemikiran tersebut di atas maka dalam pengelolaannya, DAS sebagai sistem ekologi dibagi atas dua sub sistem yaitu sub sistem hutan dan sub sistem usaha tani. Sub sistem hutan meliputi penutupan lahan terutama hutan, sedang sub sistem usaha tani meliputi cara bercocok tanam sebagai kegiatan manusia dan segala daya upaya dalam memanipulasi sistem untuk kepentingan peningkatan pendapatan dan kesejahteraannya. Kedua sub sistem ini

terdapat hubungan yang erat dan karena itu dalam pengelolaannya tidak dapat dipisahkan. Sub sistem hutan merupakan sistem dasar yang akan menentukan bentuk dan struktur dari sub sistem usaha tani demikian pula sebaliknya perkembangan dari sub sistem hutan akan sangat ditentukan oleh bentuk dan struktur sub sistem usaha tani.

Hal-hal tersebut di atas telah menyebabkan terjadinya kerusakan pada sumberdaya alam dan lingkungan di daerah ini yang pada akhirnya berakibat buruk pada daerah sekitarnya, khususnya di daerah bagian hilir yang memanfaatkan air berasal dari daerah bagian hulu sungai. Erosi, banjir, dan kekeringan terjadi pada hampir setiap tahun. Pengikisan lapisan olah tanah pada daerah bagian atas semakin meningkat sehingga areal tanah-tanah kritis baik fisik maupun kimia semakin meluas. Akibatnya telah banyak sedimen yang masuk ke waduk PLTA Bakaru sebagai pengguna air untuk membangkitkan energi listrik. Bersamaan dengan berfluktuasinya debit sungai membuat debit aliran sungai yang menjadi debit inflow waduk Bakaru kecil.

Untuk mengkaji faktor-faktor penyebab berfluktuasinya debit sungai yang tidak teratur maka perlu dilakukan penelitian yang mendalam tentang terjadinya fenomena-fenomena tersebut. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk :

- 1) Menganalisis besarnya faktor topografi, tanah, hutan, non hutan dan curah hujan mempengaruhi debit Sungai Mamasa; dan
- 2) Merumuskan model hubungan antara faktor-faktor tersebut terhadap debit aliran sungai Mamasa.

2. Kerangka Penelitian

Luas wilayah daerah aliran sungai Mamasa adalah 108.000 ha. Dari luasan ini terdiri dari hutan seluas 42.520 ha (Tahun 2006), akibat perkembangan

penduduk yang semakin meningkat mendorong masyarakat memanfaatkan hutan untuk dijadikan lahan pertanian dan pemukiman serta kebutuhan masyarakat akan sandang dan pangan. Sehingga masyarakat yang ada di sekitar maupun dalam kawasan hutan melakukan perladangan berpindah-pindah dan perambahan hutan untuk memenuhi kebutuhannya. Masyarakat membuka hutan untuk lahan perkebunan kopi dan cengkeh, dan dalam pengolahan lahan tidak memerhatikan kaidah konservasi tanah dan air. Disamping itu, Kabupaten Mamasa sebagai kabupaten yang baru lahir telah mengembangkan perluasan kota dan pembangunan sarana jalan dengan pelebaran jalan yang mengikis tebing tepi jalan dan materialnya dibuang ke sungai Mamasa.

Sebagai akibat adanya aktivitas terhadap hutan maka luas hutan berkurang dari tahun ke tahun. Adanya perubahan luas penutupan lahan tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan luas lahan kritis menyebabkan erosi, banjir, tanah longsor, pencucian hara dimana hal itu semua mempengaruhi debit sungai dan pada akhirnya terjadi peningkatan sedimentasi di alur sungai dan waduk PLTA Bakaru sehingga volume air atau debit sungai yang masuk ke waduk menurun sehingga mempengaruhi pembangkit energi listrik. Adanya penurunan volume air (debit sungai) pada waduk tersebut menurunkan produktivitas pertanian yang pada akhirnya terjadi kemiskinan penduduk, yang akan melakukan perambahan dan perladangan berpindah kembali pada kawasan hutan.

Kondisi debit sungai Mamasa yang masuk ke Waduk PLTA Bakaru 2 tahun terakhir ini telah mengalami penurunan debit aliran sungai. Kondisi normal debit aliran sungai yang masuk ke Waduk PLTA Bakaru untuk dapat membangkitkan turbin pembangkit listrik sekitar $45 \text{ m}^3/\text{dt}$, namun data terakhir debit inflow yang masuk sekitar $10\text{-}35 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Wahid, 2007).

Sejalan dengan hal itu, PT PLN Unit Bisnis Sulselra (Tribun, 19 Juli 2006) menyatakan bahwa kondisi air di waduk PLTA Bakaru, makin menurun, sementara beban listrik terus meningkat, sehingga cadangan PLN sebesar 18 MW terpaksa digunakan agar beban puncak mencapai 438 MW. Adanya debit aliran sungai Mamasa yang cenderung menurun dari tahun ke tahun (fluktuasi debit sungai Mamasa yang tidak teratur) maka penelitian dilakukan untuk mengkaji secara mendalam terhadap masalah fluktuasi debit yang tidak teratur tersebut, kemudian merumuskan model hubungan variabel faktor-faktor dengan debit sungai guna menerapkan pengendalian sistem tata air agar debit sungai dapat teratur dalam rangka pengelolaan DAS Mamasa secara optimal. Kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

3. Metode Penelitian

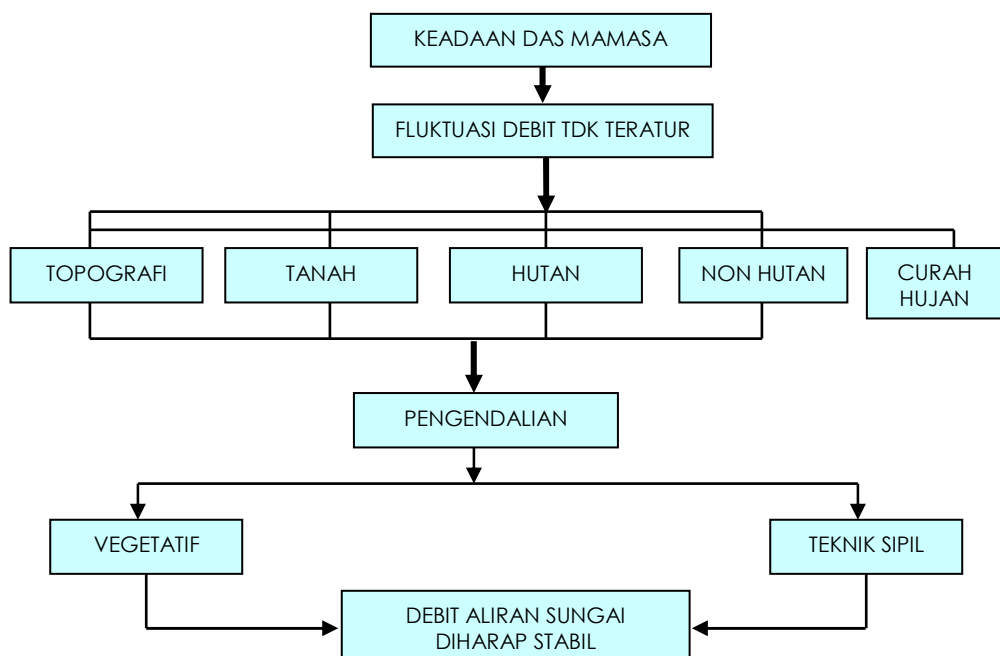
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Mamasa Kabupaten Mamasa Sulawesi Barat dan Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan. Pengambilan data berlangsung selama 12 bulan yaitu mulai bulan Desember 2006 sampai dengan Desember 2007.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Tally sheet untuk mencatat data primer dan data pendukung lainnya
- 2) Kantong plastik untuk tempat alat ukur
- 3) Pulpen dan pencil untuk alat tulis menulis



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Komputer + Soft Ware Sig (Arc Info, Arcview) 1 unit
- 2) Peta Digital Citra Landsat Path Row 114-61 dan 114-62 tahun 1999, 2000, 2003, dan Peta Digital Spot 4 tahun 2007
- 3) Peta Digital RBI (Rupa Bumi Indonesia) Lembar 2012-22 Mamasa, 2012-54 Sumarorong, 2012-52 Polewali, 2012-61 Karawa Dan 2012-33 Kassa/Lampa
- 4) Peta Kelas Lereng Propinsi Sulawesi Selatan
- 5) Peta Paduserasi TGHK dengan RTRWP
- 6) Peta Jenis Tanah, Lembaga Penelitian Bogor
- 7) Stopwatch, tali, meteran, pemberat dan tongkat sebagai alat untuk mengukur debit sungai
- 8) Penakar curah hujan manual dan otomatis, sebagai alat untuk mengukur curah hujan.
- 9) Ring sampel tanah sebagai alat untuk mengambil contoh tanah kemudian dianalisis di Laboratorium tanah Fakultas Kehutanan Unhas
- 10) Camera digital untuk dokumentasi.
- 11) GPS untuk mengukur posisi koordinat di lapangan dan elevasi

3.3 Metode Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu debit (Q) sebagai variabel terikat dan variabel faktor topografi (luas per tingkat lereng (LR), tanah (luas per jenis tanah (TH), luas penutupan hutan (HT), luas penutupan non hutan (NH), dan curah hujan (CH) sebagai variabel bebas.

Pengukuran debit sungai dilakukan secara teratur dan serempak di 12 anak sungai setiap hari dengan beberapa ulangan. Penentuan sampel sebanyak 12 lokasi pengamatan dilakukan secara purposive sampling yaitu memilih 9 cabang sungai besar dan 3 cabang sungai yang kecil dari 19 cabang sungai yang besar Teknik pengukuran debit dilakukan sebagai berikut :

- 1) Cara Pengukuran Debit Sungai

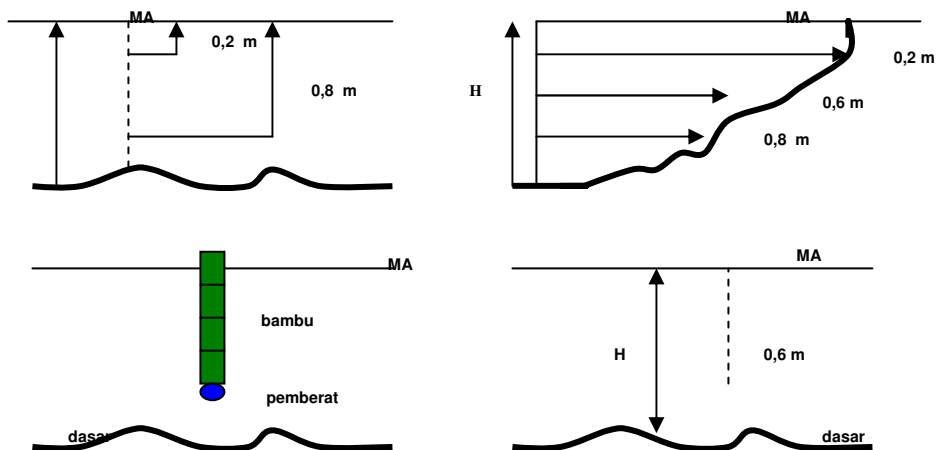
Debit sungai diukur secara serempak di 12 lokasi pengamatan. Pengukuran dilakukan pada lokasi sepanjang sungai dengan tiga hingga lima titik tergantung dari lebar sungai dari tepi kiri ke tepi kanan sungai, dengan tiga titik kedalaman dan dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Pengukuran debit sungai pada pagi, siang, dan sore hari dianggap dipengaruhi oleh evapotranspirasi sehingga menunjukkan perbedaan debit sungai pada pagi, siang dan sore hari. Hasil pengukuran debit sungai pada pagi, siang, dan sore hari dirata-ratakan selama sebulan pada 12 lokasi pengamatan. Cara pengukuran debit sungai (Martha dan Adidarma, 1983) dapat dilihat pada Gambar 2.

Untuk memperoleh kecepatan rata-rata V maka dilakukan dengan menjumlahkan kecepatan pada kedalaman 0,2 m, 0,6m, dan 0,8m kemudian dibagi tiga.

$$V_{rt} = V_{0,2m} + V_{0,6m} + V_{0,8m} / 3$$

Untuk mengetahui debit sungai (Q) maka kecepatan aliran rata-rata (V) dikalikan dengan luas penampang basah plot pengukuran (A). Jumlah debit dari seluruh bagian penampang basah adalah debit yang melalui penampang basah pada saat pengukuran dilaksanakan.

- 2) Cara Analisis Luas Per Tingkat Kemiringan Lereng
Analisis luas per tingkat kemiringan lereng dilakukan dengan menggunakan Peta Digital Citra Landsat Path Row 114-61 dan 114-62 tahun 1999, 2000, 2003, dan Peta Digital Spot 4 tahun 2007 yang dioverlay dengan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2012-22 Mamasa, 2012-54 Sumarorong, 2012-52 Polewali, 2012-61 Karawa dan 2012-33 Kassa/Lampa, dengan Peta Kelas Lereng Propinsi Sulawesi Selatan dengan prosedur penafsiran sebagai berikut :



Gambar 2. Distribusi kecepatan air dalam aliran

- a. Dengan Software Arcview ditampilkan Peta Citra kemudian dilakukan digitasi on screen.
 - b. Digitasi on screen dilakukan terhadap kenampakan pada Peta Digital Citra Spot 4 atau Peta digital Rupa Bumi Indonesia
 - c. Kenampakan tersebut sesuai dengan Standar Klasifikasi Penafsiran Citra Landsat dari Departemen Kehutanan (ada 23 klas)
 - d. Dari hasil digitasi on screen tersebut kemudian dapat dihitung luasan masing-masing kelompok (polygon)
 - e. Untuk mengetahui luasan terhadap topografi (luas per tingkat lereng) maka dilakukan overlay Tema Kawasan (Peta Lereng) dengan Tema hasil penafsiran.
Hasil analisis peta di atas diperoleh luasan per tingkat kemiringan lereng dalam satuan hektar.
- 3) Cara Analisis Luas Per Jenis Tanah
- Analisis luas per jenis tanah dilakukan dengan menggunakan Peta Digital Citra Landsat Path Row 114-61 dan 114-62 tahun 1999, 2000, 2003, dan
- Peta Digital Spot 4 tahun 2007 yang dioverlay dengan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 1202-22 Mamasa, 1202-54 Sumarorong, 1202-52 Polewali, 1202-61 Karawa dan 1202-33 Kassa/Lampa, dengan Peta Jenis Tanah Lembaga Penelitian Bogor dengan prosedur penafsiran sebagai berikut :
- a. Dengan Software Arcview ditampilkan Peta Citra kemudian dilakukan digitasi on screen.
 - b. Digitasi on screen dilakukan terhadap kenampakan pada Peta Digital Citra Spot 4 atau Peta digital Rupa Bumi Indonesia
 - c. Kenampakan tersebut sesuai dengan Standar Klasifikasi Penafsiran Citra Landsat dari Departemen Kehutanan (ada 23 klas)
 - d. Dari hasil digitasi on screen tersebut kemudian dapat dihitung luasan masing-masing kelompok (polygon)
 - e. Untuk mengetahui luasan terhadap tanah (luas per jenis tanah) maka dilakukan overlay Tema Kawasan (Peta Tanah) dengan Tema hasil penafsiran.

Hasil analisis peta di atas diperoleh luasan per jenis tanah dinyatakan dalam satuan hektar.

4) Cara Analisis Luas Penutupan Hutan

Analisis luas penutupan hutan dilakukan dengan menggunakan Peta Digital Citra Landsat Path Row 114-61 dan 114-62 tahun 1999, 2000, 2003, dan Peta Digital Spot 4 tahun 2007 yang dioverlay dengan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2012-22 Mamasa, 2012-54 Sumarorong, 2012-52 Polewali, 2012-61 Karawa dan 2012-33 Kassa/Lampa, dengan Peta Paduserasi TGHK dengan RTRWP dengan prosedur penafsiran sebagai berikut :

- a. Dengan Software Arcview ditampilkan Peta Citra kemudian dilakukan digitasi on screen.
- b. Digitasi on screen dilakukan terhadap kenampakan pada Peta Digital Citra Spot 4 atau Peta digital Rupa Bumi Indonesia
- c. Kenampakan tersebut sesuai dengan Standar Klasifikasi Penafsiran Citra Landsat dari Departemen Kehutanan (ada 23 klas)
- d. Dari hasil digitasi on screen tersebut kemudian dapat dihitung luasan masing-masing kelompok (polygon)
- e. Untuk mengetahui luasan terhadap kawasan hutan maka dilakukan overlay Tema Kawasan (Peta Paduserasi RTRWP) dengan Tema hasil penafsiran.

Hasil analisis peta di atas diperoleh luasan penutupan hutan dinyatakan dalam satuan hektar.

5) Cara Analisis Luas Penutupan Non Hutan

Analisis luas penutupan non hutan dilakukan dengan menggunakan Peta Digital Citra Landsat Path Row 114-61 dan 114-62 tahun 1999, 2000, 2003, dan Peta Digital Spot 4 tahun 2007 yang dioverlay dengan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2012-22 Mamasa, 2012-54 Sumarorong, 2012-

52 Polewali, 2012-61 Karawa dan 2012-33 Kassa/Lampa, dengan Peta Paduserasi TGHK dengan RTRWP dengan prosedur penafsiran sebagai berikut :

- a. Dengan Software Arcview ditampilkan Peta Citra kemudian dilakukan digitasi on screen.
- b. Digitasi on screen dilakukan terhadap kenampakan pada Peta Digital Citra Spot 4 atau Peta digital Rupa Bumi Indonesia.
- c. Kenampakan tersebut sesuai dengan Standar Klasifikasi Penafsiran Citra Landsat dari Departemen Kehutanan (ada 23 klas)
- d. Dari hasil digitasi on screen tersebut kemudian dapat dihitung luasan masing-masing kelompok (polygon)
- e. Untuk mengetahui luasan terhadap kawasan non hutan maka dilakukan overlay Tema Kawasan (Peta Paduserasi RTRWP) dengan Tema hasil penafsiran.

Hasil analisis peta di atas diperoleh luasan penutupan non hutan dinyatakan dalam satuan hektar.

6) Cara Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan untuk suatu wilayah DAS dilakukan dengan metode polygon Thiessen dirata-ratakan. Data curah hujan wilayah diperoleh dari 4 stasiun penakar curah hujan yang tersebar pada stasiun penakar Sumarorong, stasiun penakar Minake, stasiun penakar Mamasa, dan stasiun penakar Pana.

Data curah hujan harian diperoleh dari hasil pengukuran intensitas curah hujan pada waktu pengukuran debit berlangsung. Pencatatan intensitas curah hujan yang turun pada hari ini, pencatatannya dilakukan pada pukul 7.00 pagi esok harinya melalui alat penakar yang dipasang di setiap lokasi pengamatan. Alat penakar curah hujan yang ditempatkan di 12 lokasi

pengamatan berada di pertengahan sub DAS dengan posisi 45° dari pohon. Hal ini dimaksudkan agar terbebas dari pengaruh angin.

7) Model Hubungan Faktor-faktor terhadap Debit Sungai

Parameter model hubungan faktor-faktor terhadap debit sungai Mamasa yang diperoleh dari hasil analisis regresi berganda adalah :

- Nilai koefisien determinasi (R^2)
- Nilai F hitung
- Nilai signifikansi (Sig)

3.4 Analisis Data

1) Nilai Faktor Topografi, Tanah, Hutan, non Hutan, dan Curah Hujan versus Debit Sungai

Berdasarkan data pengamatan dan penafsiran besarnya nilai faktor topografi, tanah, hutan, non hutan, dan curah hujan yang mempengaruhi debit sungai pada 12 lokasi pengamatan, maka nilai masing-masing faktor tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan regresi berganda (Draper dan Smith, 1992) sebagai berikut :

$$Q = b_0 + b_1LR + b_2TH + b_3HT + b_4NH + b_5CH$$

Dimana :

- Q = Debit (m^3/dtk)
LR = Topografi (luas per tingkat lereng/skor)
TH = Tanah (luas per jenis tanah/skor)
HT = Penutupan hutan (nilai C)
NH = Penutupan non hutan (nilai C)
CH = Curah hujan bulanan
 b_0 = Konstanta
 b_1 = Sudut arah regresi

Nilai-nilai faktor luas per tingkat kemiringan lereng dan luas per jenis tanah diberi nilai skor agar diperoleh nilai luas rata-rata tertimbang. Nilai skor rata-rata tertimbang inilah yang kemudian

diregresigandakan. Sementara nilai faktor luas penutupan hutan dan luas penutupan non hutan dikonversi ke nilai C (Arsyad, 2000). Serta faktor curah hujan bulanan tetap sebagai input.

Disamping faktor-faktor tersebut dianalisis dengan regresi ganda, juga dianalisis dengan regresi sederhana (Algifari, 2000) untuk mengetahui besarnya nilai faktor-faktor versus debit sungai yaitu :

$$Q = a + b(TP)$$

Dimana :

- Q = Debit (m^3/dtk)
TP = Faktor topografi (luas per tingkat lereng/nilai skor)
a = Intercept (konstanta)
b = Sudut arah regresi

$$Q = a + b(TH)$$

TH = Faktor tanah (luas per jenis tanah/nilai skor)

$$Q = a + b(HT)$$

HT = Faktor luas hutan (nilai C)

$$Q = a + b(NH)$$

NH = Faktor luas non hutan (nilai C)

$$Q = a + b(CH)$$

CH = Faktor curah hujan (mm)

2) Model Hubungan Faktor-faktor terhadap Debit Sungai

Model hubungan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah penggambaran/abstraksi dunia nyata dari kondisi hidrologi DAS Mamasa saat ini, nilai-nilai parameter model dapat dianalisis dengan pendekatan pada besarnya nilai koefisien determinasi (R^2), koefisien, nilai F hitung dan nilai signifikansi (Sig).

- Nilai Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai koefisien determinasi (R^2) memberi informasi tentang kemampuan variabel terikat untuk menjelaskan variabel bebas pada saat variabel-variabel berada dalam satu sistem DAS.

b. Nilai Signifikansi (Sig)

Memberi informasi tentang pengaruh faktor-faktor terhadap debit sungai yang dinyatakan dengan pengaruh sangat signifikan.

Berdasarkan pada model hubungan matematis pada semua faktor tersebut yang mempengaruhi debit sungai maka dengan nilai R^2 yang diperoleh dari hasil analisis kemudian disusun kriteria tingkat kepekaan masing-masing faktor terhadap debit sungai.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai

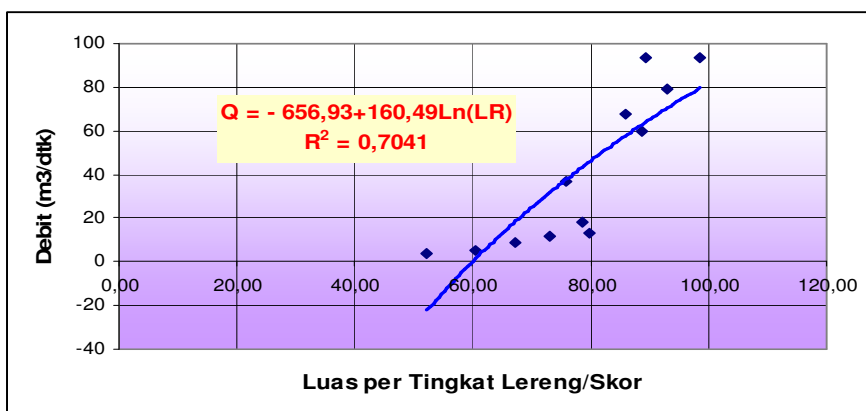
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa besaran faktor-faktor yang mempengaruhi debit sungai Mamasa adalah :

a. Topografi (Luas per tingkat kemiringan lereng) Versus Debit

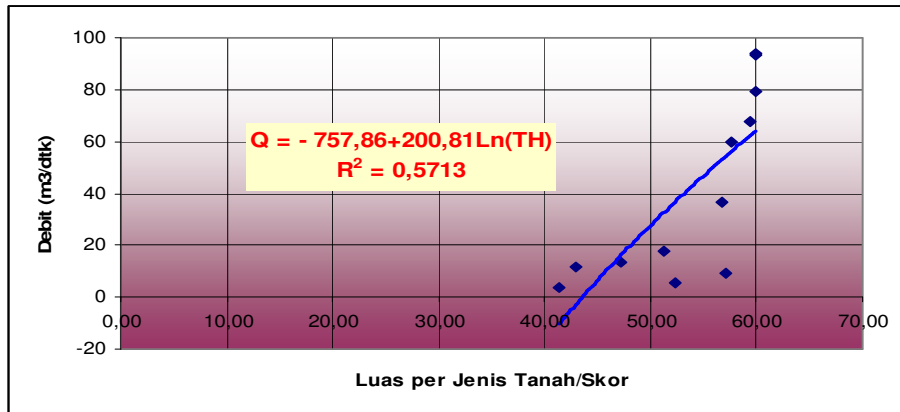
Hasil analisis regresi sederhana dari faktor luas per kemiringan lereng yang dipasangkan dengan debit sungai menghasilkan model dengan model hubungan matematik yaitu $Q = -656,93 + 160,49 \ln(LR)$, dari model ini memperlihatkan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7041, nilai F hitung=32,15 (F tabel 0,05=4,39 dan F tabel 0,01=8,75), dan nilai signifikansi 0,000 pada taraf nyata 0,01 dan taraf nyata 0,05.

Hubungan faktor topografi (luas per tingkat kemiringan lereng) dan debit sungai dapat dilihat pada Gambar 3.

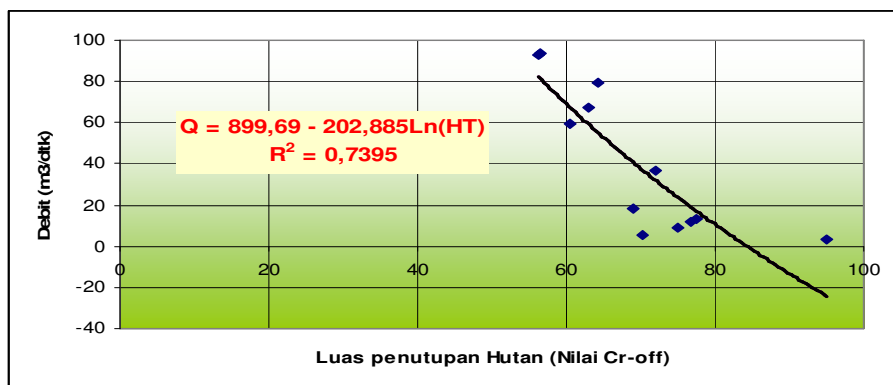
Hubungan antara luas per tingkat kemiringan lereng dengan debit sungai adalah linier positif, dimana setiap perubahan luas per tingkat kemiringan lereng, debit sungai akan mengikuti besarnya perubahan luas tersebut namun suatu ketika debit sungai akan konstan. Nilai koefisien determinasi (R^2) pada faktor kelerengan sebesar 0,7041. Hal ini berarti terdapat sekitar 70,41% debit sungai dapat dijelaskan oleh faktor luas per tingkat kemiringan lereng, sedang sisanya 29,59% adalah faktor lain yang tidak dapat dijelaskan.



Gambar 3. Hubungan antara faktor topografi dan debit sungai



Gambar 4. Hubungan antara luas per jenis tanah dan debit sungai



Gambar 5. Hubungan antara penutupan hutan dan debit sungai

- b. Tanah (Luas per jenis tanah peka erosi) versus Debit

Hasil analisis regresi sederhana dari faktor luas per jenis tanah yang dipasangkan dengan debit sungai menghasilkan model hubungan matematik yaitu $Q = -757,86 + 200,81 \text{Ln}(\text{TH})$, dari model ini menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,5713, nilai F hitung=15,31 (F tabel 0,05=4,39 dan F tabel 0,01=8,75), dan nilai signifikansi 0,001 pada taraf nyata 0,01, dan taraf nyata 0,05.

Hubungan antara nilai faktor tanah (luas per jenis tanah rata-rata tertimbang) dan nilai-nilai debit dapat dilihat pada Gambar 4.

Hubungan antara nilai-nilai faktor tanah (luas per jenis tanah) dan nilai-nilai debit sungai adalah linear positif, dimana setiap perubahan nilai luas rata-rata jenis tanah, debit sungai akan mengikuti arah perubahan luas per tanah tersebut.

Nilai koefisien determinasi (R^2) pada faktor topografi sebesar 0,5713. Hal ini berarti terdapat sekitar 57,13% debit dapat dijelaskan oleh faktor luas per jenis tanah, sedang sisanya 42,87% adalah faktor lain yang tidak dapat dijelaskan.

c. Penutupan Hutan versus Debit Sungai

Hasil analisis regresi sederhana dari faktor luas penutupan hutan yang dipasangkan dengan debit menghasilkan model hubungan matematika yaitu $Q = 899,69 - 202,885$ (HT), dari model ini menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7395, nilai F hitung=21,24 (F tabel 0,05=4,39 dan F tabel 0,01=8,75), dan nilai signifikansi 0,001 pada taraf nyata 0,01 dan taraf nyata 0,05.

Hubungan antara faktor penutupan hutan dan debit sungai dapat dilihat pada Gambar 5.

Hubungan antara nilai-nilai faktor penutupan hutan (nilai Cr-off) dan nilai-nilai debit sungai adalah linear negatif, dimana setiap perubahan nilai luas penutupan hutan, debit sungai akan mengikuti arah perubahan luas penutupan hutan tersebut.

Faktor luas penutupan hutan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar $R^2 = 0,7395$ bermakna bahwa terdapat sekitar 73,95% debit dapat dijelaskan oleh faktor luas penutupan hutan, sedang sisanya 26,05% adalah faktor lain yang tidak dapat dijelaskan.

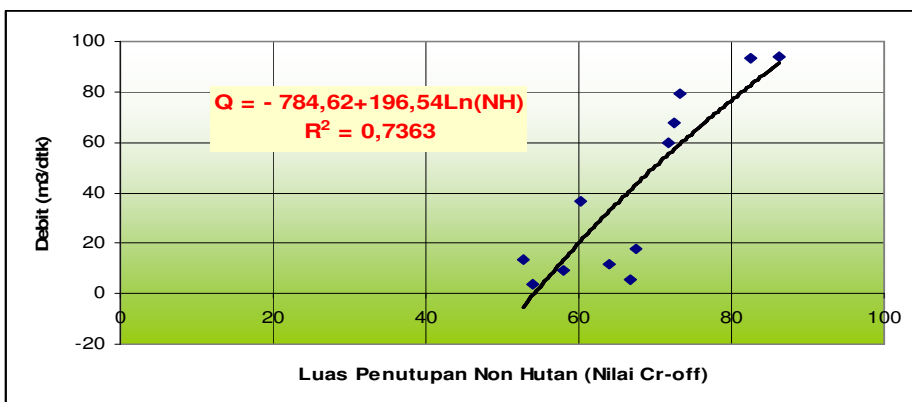
d. Penutupan Vegetasi Non Pohon (Hutan) versus Debit Sungai

Hasil analisis regresi sederhana dari faktor luas penutupan non hutan yang dipasangkan dengan debit menghasilkan model hubungan matematik yaitu $Q = -784,62 + 196,54 \ln(NH)$, dari model ini menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7363, nilai F hitung=32,01 (F tabel 0,05=4,39 dan F tabel 0,01=8,75), dan nilai signifikansi 0,000 pada taraf nyata 0,01 dan taraf nyata 0,05.

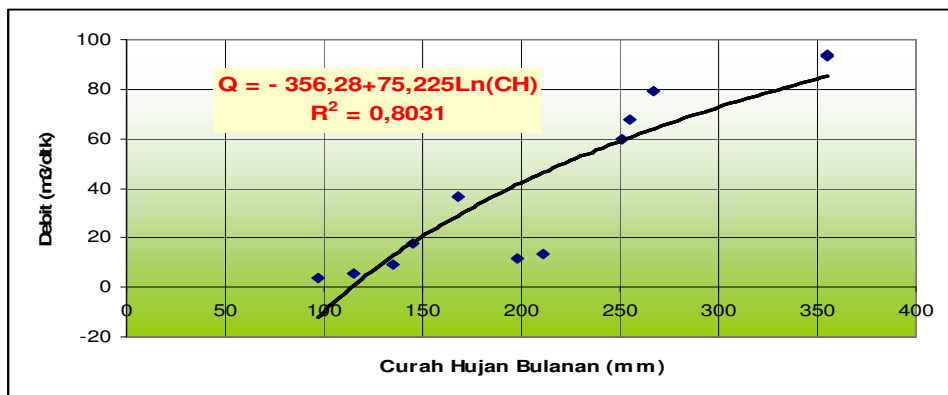
Hubungan antara faktor luas penutupan non hutan dan debit sungai dapat dilihat pada Gambar 6.

Hubungan nilai faktor penutupan vegetasi non hutan dan debit sungai adalah linear positif, dimana setiap perubahan nilai luas penutupan vegetasi non pohon (non hutan), debit sungai akan mengikuti arah perubahan luas penutupan non hutan secara searah.

Faktor luas penutupan non hutan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7363 bermakna bahwa terdapat sekitar 73,63% debit dapat dijelaskan oleh faktor luas penutupan non hutan, sedang sisanya 26,37% adalah faktor lain yang tidak dapat dijelaskan oleh sistem.



Gambar 6. Hubungan luas penutupan non hutan dan debit sungai



Gambar 7. Hubungan curah hujan dan debit sungai

Tabel 1. Model matematika dari semua faktor yang berpengaruh terhadap debit Sungai Mamasa

Faktor-faktor dan Debit	Model Hubungan Matematika	Nilai		
		R ²	F hitg	Sig
Topografi-Debit	$Q = -656,93 + 160,49 \ln(TP)$	0,7041	32,15	0,000
Tanah-Debit	$Q = -757,86 + 200,81 \ln(TH)$	0,5713	15,31	0,001*
Hutan-Debit	$Q = 899,69 - 202,88 \ln(HT)$	0,7395	21,24	0,001*
Non Htn-Debit	$Q = -784,62 + 196,54 \ln(NH)$	0,7363	32,01	0,001*
Curah Hjn-Debit	$Q = -356,28 + 75,23 \ln(CH)$	0,8031	61,07	0,000*
Rata-rata		0,7109	32,36	

Keterangan *) Berpengaruh Sangat signifikan

e. Curah Hujan versus Debit

Hasil analisis regresi sederhana dari faktor intensitas curah hujan yang dipasangkan dengan debit menghasilkan model hubungan matematika yaitu $Q = -356,28 + 75,225 \ln(CH)$, dari model ini menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,8031, nilai F hitung=61,07 (F tabel 0,05=4,39 dan F tabel 0,01=8,75), dan nilai signifikansi 0,001 pada taraf nyata 0,01 dan taraf nyata 0,05.

Hubungan antara faktor intensitas curah hujan bulanan dan debit sungai dapat dilihat pada Gambar 7.

Faktor intensitas curah hujan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8031 bermakna bahwa terdapat sekitar 80,31% debit dapat dijelaskan oleh faktor intensitas curah hujan, sedang sisanya 19,69% adalah

faktor lain yang tidak dapat dijelaskan oleh sistem.

Dari hasil analisis regresi sederhana di atas, kemudian dapat ditarik rumusan model hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi debit sungai disajikan pada Tabel 1

4.2 Model Hubungan Faktor-faktor terhadap Debit Sungai

Model hubungan matematika pada Tabel 1 di atas menunjukkan kondisi kepekaan dari faktor-faktor yang mempengaruhi debit sungai sehingga model ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan kriteria tingkat kepekaan faktor topografi, tanah, hutan, non hutan, dan curah hujan sebagai input.

Berdasarkan kriteria tingkat kepekaan faktor-faktor tersebut terhadap debit sungai, maka dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa faktor topografi dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7041, termasuk kriteria peka terhadap debit sungai, faktor tanah dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,5713, termasuk kriteria agak peka terhadap debit sungai, faktor penutupan hutan dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7395, termasuk kriteria peka terhadap debit sungai, faktor penutupan non hutan dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,7363, termasuk kriteria peka terhadap debit sungai, dan faktor curah hujan dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,8031, termasuk kriteria sangat peka terhadap debit sungai.

Secara umum model hubungan faktor-faktor yang mempengaruhi debit Sungai Mamasa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = -543,88 + 1,066 TP + 2,717 TH + 2,621 HT + 2,075 NH + 0,152CH$$

Dimana :

Q = Debit Sungai Mamasa (m^3/dtk)

TP = Topografi (luas per tingkat kelereng/nilai skor)

TH = Tanah (luas per jenis tanah/nilai skor)

HT = Luas penutupan hutan (nilai C)

NH = Luas penutupan non hutan (nilai C)

CH= Intensitas curah hujan bulanan (mm)

Model hubungan faktor-faktor yang mempengaruhi debit Sungai Mamasa tersebut di atas menunjukkan kondisi hidrologi DAS Mamasa saat ini, dalam keadaan peka terhadap debit.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- 1) Faktor topografi (luas per tingkat kemiringan lereng), tanah (luas per jenis tanah), hutan (luas penutupan hutan), non hutan (luas penutupan

non hutan) dan intensitas curah hujan berpengaruh secara sangat signifikan terhadap debit Sungai Mamasa.

- 2) Hubungan debit dengan faktor-faktor yang mempengaruhi memiliki model $Q=f(TP, TH, HT, NH, CH)$ masing-masing dengan nilai $R^2 = 0,7041$, $R^2 = 0,5713$, $R^2 = 0,7395$, $R^2 = 0,7363$, dan $R^2 = 0,8031$. Artinya debit merupakan fungsi dari faktor topografi, tanah, hutan, non hutan, dan curah hujan, masing-masing memiliki tingkat kepekaan yang berbeda terhadap debit sungai. Faktor topografi (lereng) peka terhadap debit sungai, faktor tanah agak peka terhadap debit sungai, faktor penutupan hutan peka terhadap debit sungai, faktor penutupan non hutan peka terhadap debit sungai, dan faktor curah hujan sangat peka terhadap fluktuasi debit sungai.

5.2 Saran-saran

- 1) Dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai Mamasa agar debit sungai tidak mengalami fluktuasi yang besar sebaiknya perlu dilakukan rehabilitasi hutan dan lahan dengan program GN-RHL dan Sosial Forestry serta pengaturan jenis vegetasi yang memiliki transpirasi tinggi ke jenis vegetasi dengan transpirasi rendah.
- 2) Pada kawasan dengan topografi terjal dan curam serta jenis tanah yang memiliki kepekaan terhadap debit perlu dilakukan pengelolaan tanaman agar dapat memperbaiki struktur tanah dan mempertinggi infiltrasi.

6. Daftar Pustaka

- Algifari, 2000. *Analisis Regresi. Teori Kasus, dan Solusi*. Penerbit BPFE Yogyakarta anggota IKAPI No.003. Edisi Kedua.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.

- Asdak, C., 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Propinsi Sulawesi Selatan. 2002. *Analisis Sumber Sedimentasi dan Upaya Penanggulangan Pendangkalan DAM Baru*. Sulawesi Selatan. Laporan Utama. Kajian Sedimentasi.
- Badan Pembangunan Nasional. Departemen Kehutanan R.I. 2006. *Model Daerah Aliran Sungai Terpadu*.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah. 2005. *Kondisi Eksisting DAM Baru Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sulawesi Selatan*. Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan.
- Draper, N.R., and Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. Penerbit : PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 2000. *Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Direktorat Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 2006. *Glossary Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Timur
- Farida dan Meine van Noordwijk, 2004. *Analisis Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan dan Aplikasi Model Genriver pada DAS Way Besal, Sumberjaya*. Jurnal ilmiah World Agroforestry Centre ICRAFSE Asia. Agrivita Vol. 26 No. 1, ISSN :0126-0537.
- Haeruman, H. 1994. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Lokakarya Pengelolaan DAS Terpadu*, Cisarua. Bogor.
- Hairiah, K. ; Suprayogo, D. ; Widiyanto ; Berlian ; Suhara, E.; Mardiasuning, A.; Widodo, H.R.; Prayogo, C. dan S. Rahayu. 2004. *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestry Berbasis Kopi*.
- Kodoatie, R.J., dan Sugiyanto, 2002. *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Penerbit Pustaka Relajar (Anggota IKAPI). Cetakan Pertama.
- Manan. 1977. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Manan. 1978. *Kaidah dan Pengertian Dasar Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Proceeding Pertemuan Diskusi Pengelolaan DAS, Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Jakarta.
- Mappangaja, B. 1996. *Kajian Tata Air pada Areal HPH/HTI*. Balai Teknologi Pengelolaan DAS Ujungpandang.
- Martha, J., dan Edidarma, W., 1983. *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*. Penerbit Nova.
- Odum, H.T. 1992. *Ekologi Sistem*. UGM Press, Yogyakarta.
- Paembonan, S. 1979. *Evaluasi Pelaksanaan Program Penyelamatan Hutan, Tanah, dan Air di Sub DAS Malino, DAS Sa'dan, Propinsi Sulsel*. Tesis Pasca Sarjana, Insitut Pertanian Bogor.
- Paembonan, S. 1980. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Sekolah Pasca Sarjana, Insitut Pertanian Bogor.

- Paembonan, S.1982. *Analisis Sistem Biofisik DAS Sa'dan di Sulawesi Selatan*. Disertasi Program Doktor Institut Pertanian Bogor.
- Paembonan, S. 1983. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Pengaruh Hutan*. Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Rahim, Supli.,E, 2000. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Penerbit Bumi Aksara.
- Subarkah, I. 1978. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, Bandung.
- Sudjana, 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Penerbit ; Tarsito, Bandung.
- Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Susanto H dan Suroso. 2006. *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjarn*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 3 No. 2
- Soerenggadjiwa, M.H., M.R. Achlil, A. Mangundikoro, dan Djumrah, 1978. *Aspek Institusi dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Proceeding Pertemuan Diskusi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Jakarta.
- Soerjono, 1978. *Modus Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Lembaga Penelitian Hutan Bogor, Bogor.
- Soerianegara, I. Dan A. Indrawan. 1978. *Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bagian II. FPS-IPB. Bogor.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soedarma, 1986. *Elements of Watershed Management*, Direktorat Penggunaan Tanah. Jakarta.
- Soenarmo, H. 1994. *Penginderaan Jarak Jauh untuk Metodologi Oceanografi-Geofisika*. Diklat Kuliah Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Seyhan, 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Translation Copyright 1990 by Gadjah Mada University Press P.O. Box 14, Bulaksumur, Yogyakarta.
- Tribun. 2006. *September Tak Ada Lagi Energi Cadangan PLN*. PT PLN Unit Bisnis Sul-Selra. Edisi 19 Juli 2006.
- Wahid A., 2006. *Analisis Karakteristik Sedimentasi Di Waduk PLTA Bakar*. Dalam Upaya Menanggulangi Krisis Energi Listrik di Provinsi Sulsel dan Sulbar. Jurnal Sains dan Teknologi Vol.6,No.2. (<http://www.pascaunhas.net/jurnal.pdf>)
- Wahid A., 2007. *Identifikasi Kondisi Sedimentasi di Wadul PLTA Bakar*. Jurnal Sains dan Teknologi Seri Ilmu-Ilmu Pertanian Vol. 7, No. 1. (<http://www.pascaunhas.net/jurnal.pdf>)
- Yudono, SHN dan Tjakrawarsa, G. 2003. *Banjir Kekeringan DAS-DAS Prioritas di Sulawesi Selatan*.